

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :  <b>F16F 1/02, H01L 41/053, B21D 31/02</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/08353</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>17. Februar 2000 (17.02.00)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/02450</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>5. August 1999 (05.08.99)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:  <b>198 35 628.5      6. August 1998 (06.08.98)      DE</b></p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und  <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VOIGT, Andreas [DE/DE]; Liebigstrasse 27, D-93055 Regensburg (DE). FRANK, Wilhelm [DE/DE]; Meinhardtstrasse 44, D-96049 Bamberg (DE). LEWENTZ, Günter [DE/DE]; Lärchenweg 5, D-93055 Regensburg (DE). ZUMSTRULL, Claus [DE/DE]; Sattelbogener Strasse 20, D-93057 Regensburg (DE).</b></p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</b></p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: **PIEZOELECTRIC ACTUATOR UNIT**

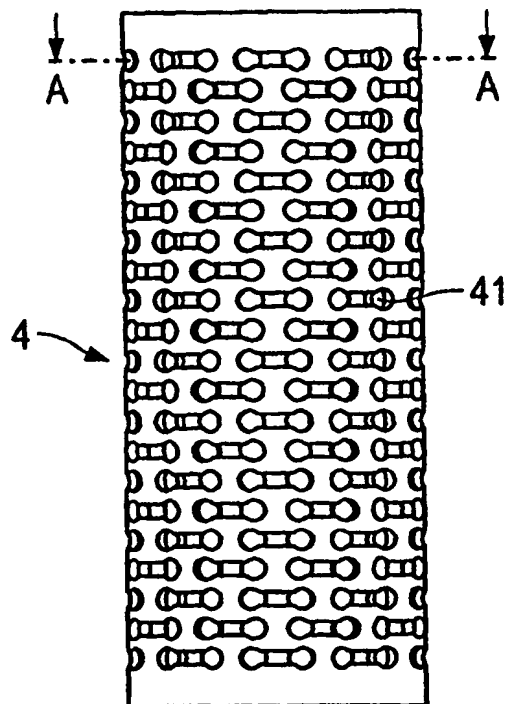
(54) Bezeichnung: **PIEZOELEKTRISCHE AKTOREINHEIT**

(57) Abstract

An actuator unit comprising an elastically configured hollow body (4) with a piezoelectric actuator which is pretensioned therein. The hollow body is provided with bone-shaped recesses (41) running perpendicular to the axis of the hollow body.

(57) Zusammenfassung

Eine Aktoreinheit weist einen elastisch ausgebildeten Hohlkörper (4) auf, in dem ein piezoelektrischer Aktor vorgespannt ist, wobei der Hohlkörper mit Ausnehmungen (41) versehen ist, die knochenförmig ausgebildet sind und quer zur Hohlkörperachse verlaufen.



Best Available Copy

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## Piezoelektrische Aktoreinheit

5 Die Erfindung betrifft eine Aktoreinheit mit einem in einem Hohlkörper angeordneten piezoelektrischen Aktor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen Hohlkörper zum Vorspannen eines piezoelektrischen Aktors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 3.

10

Aktoreinheiten mit einem piezoelektrischen Aktor, der von einem elastischen Hohlkörper vorgespannt ist, werden beispielsweise in der Kraftfahrzeugtechnik zum Steuern von Einspritzventilen einer Brennkraftmaschine eingesetzt. So ist aus der  
15 DE 38 44 134 C2 ein Einspritzventil bekannt, das von einem piezoelektrischen Aktor betätigt wird, der in einer zylindrischen Rohrfeder angeordnet und von dieser gegen das Gehäuse des Einspritzventils vorgespannt ist. Dieser Aufbau der Aktoreinheit hat jedoch den Nachteil, daß die Vorspannung des  
20 piezoelektrischen Aktors stark von den Fertigungstoleranzen des Gehäuses des Einspritzventils abhängt. Weiterhin ist der Einbau der Aktoreinheit aufwendig und erfordert einen hohen Wartungsaufwand, da bei jedem Ein- und Ausbau die Vorspannung auf den piezoelektrischen Aktor durch die Rohrfeder neu ein-  
25 gestellt werden muß. Darüber hinaus besteht bei den verwendeten Rohrfedern auch das Problem, daß, um eine ausreichende Elastizität für die Längsbewegung des piezoelektrischen Aktors zu erreichen, die Rohrfedern extrem dünnwandig ausgeführt werden müssen, was deren Festigkeit und damit die Lebensdauer der Aktoreinheit beeinträchtigt.  
30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Aktoreinheit mit einem piezoelektrischen Aktor bereit zu stellen, die insbesondere zum Steuern von Kraftstoffeinspritzventilen geeignet  
35 ist und sich durch eine einfache Herstellung, leichte

Montage, hohe Wartungsfreundlichkeit und lange Lebensdauer auszeichnet sowie einen Hohlkörper zum Vorspannen des piezoelektrischen Aktors in einer solchen Aktoreinheit.

- 5 Diese Aufgabe wird bei einer Aktoreinheit durch die Merkmale des Anspruchs 1 und bei einem Hohlkörper zum Vorspannen eines piezoelektrischen Aktors durch die Merkmale des Anspruchs 3 gelöst.
- 10 Bei der erfindungsgemäßen Aktoreinheit ist ein piezoelektrischer Aktor durch einen ihn umgebenden Hohlkörper fest vorgespannt, so daß sich das gesamte Bauteil vorfertigen und darüber hinaus leicht z.B. in eine Brennkraftmaschine einbauen läßt, wobei auch kein Nachspannen des piezoelektrischen Ak-
- 15 tors erforderlich wird. Die erfindungsgemäße Auslegung des den piezoelektrischen Aktor vorspannenden Hohlkörpers mit Ausnehmungen, die knochenförmig ausgeformt sind, gewährleistet weiterhin, daß der Hohlkörper auch bei den üblicherweise angelegten Vorspannungen auf den piezoelektrischen Aktor von
- 20 800 N bis 1000 N eine ausreichende Festigkeit zeigt und gleichzeitig genügend elastisch zum Ausführen der von dem piezoelektrischen Aktor erzeugten Längsbewegung ist.

- Vorteilhaft ist insbesondere die Ausnehmungen auf den Hohl-
- 25 körper so auszulegen, daß der minimale Abstand zwischen benachbarten Ausnehmungen ein- bis dreimal der Wandstärke des Hohlkörpers entspricht, was insbesondere die Möglichkeit zu einer einfachen und damit kostengünstigen Stanzfertigung der Ausnehmungen bietet. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der
- 30 Aktoreinheit und des Hohlkörpers sind in den abhängigen Ansprüchen offenbart.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Aktoreinheit;

Fig. 2A eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Hohlkörpers zum Vorspannen eines piezoelektrischen Aktors als Rohrfeder;

Fig. 2B eine Schnittansicht entlang der A-A Linie bei der Rohrfeder gemäß Fig. 2A;

Fig. 2C die Rohrfeder gemäß Fig. 2A in aufgerollter Darstellung;

Fig. 2D eine Darstellung des Ausschnittes X von Fig. 2C; und

Fig. 3 eine Stanzanordnung.

Fig. 1 zeigt im Querschnitt eine Aktoreinheit bestehend

aus einem piezoelektrischen Aktor 1, der aus mehreren übereinander gestapelten piezoelektrischen Einzelelementen aufgebaut sein kann. Der piezoelektrische Aktor 1 wird über Kontaktstifte 2 angesteuert, die längs des Aktors angeordnet sind und mit dem Aktor leitend in Verbindung stehen. Durch Anlegen einer Spannung zwischen den Kontaktstiften 2 wird eine Längsdehnung des piezoelektrischen Aktors 1 erzeugt, die z.B. zum Stellen eines Einspritzventils in einer Brennkraftmaschine eingesetzt werden kann. Der piezoelektrische Aktor 1 mit den Kontaktstiften 2 ist in einem als Rohrfeder ausgebildeten Hohlkörper 4 angeordnet. Der Hohlkörper 4 kann jedoch statt des dargestellten kreisförmigen Querschnitt z.B. auch ein Rechteckprofil aufweisen, wobei die Form des Hohlkörpers vorzugsweise an die Baueinheit aus piezoelektrischem Aktor und Kontaktstiften angepaßt ist.

Der piezoelektrische Aktor 1 liegt mit seinen Stirnflächen jeweils an einer Abdeckplatte 5, 6 an, wobei die obere Abdeckplatte 6 Durchführungen 61 aufweist, durch die sich die Kontaktstifte 2 erstrecken. Die obere und untere Abdeckplatte

5, 6 sind jeweils form- und/oder kraftschlüssig, vorzugsweise durch Anschweißen, mit dem Hohlkörper 4 verbunden. Alternativ kann die Verbindung zwischen dem Hohlkörper 4 und den beiden Abdeckplatten 5, 6 auch mit Hilfe einer Bördelung erfolgen, wobei die umgebördelten oberen und unteren Randbereiche des Hohlkörpers jeweils in die Abdeckplatten eingreifen. Der piezoelektrische Aktor 1 ist durch die beiden Abdeckplatten 5, 6, die von dem Hohlkörper 4 in Position gehalten werden, mit einer definierten Kraft von vorzugsweise 800 N bis 1000 N vorgespannt. Um diese Vorspannung aufrechterhalten zu können, wird der den piezoelektrischen Aktor aufnehmende Hohlkörper vorzugsweise aus Federstahl, der sich durch einen hohen Festigkeitskennwert auszeichnet, gefertigt. Alternativ können jedoch auch andere Materialien, z.B. Werkstoffe mit niedrigem Elastizitätsmodul wie z.B. Kupfer-Beryllium-Legierungen eingesetzt werden.

Fig. 2A bis 2D zeigen genauer den Aufbau des als Rohrfeder ausgebildeten Hohlkörpers 4. Die Rohrfeder weist über seine gesamte Fläche bis auf die Randbereiche, an denen die Abdeckplatten angeschweißt werden, gleichmäßig verteilt Ausnehmungen 41 auf, die knochenförmig ausgebildet sind und quer zur Achse durch die Rohrfeder verlaufen. Die Ausnehmungen 41 gewährleisten eine ausreichende Elastizität der einen vorgespannten piezoelektrischen Aktor aufnehmenden Rohrfeder, so daß die Rohrfeder die durch Elektrostriktion im piezoelektrischen Aktor hervorgerufene Längsdehnung nur unwesentlich behindert. Die Elastizität der Rohrfeder kann dabei durch die Anzahl und die Länge der Ausnehmungen 41 an die gewünschte Längendehnung des vorgespannten piezoelektrischen Aktors angepaßt werden.

Vorteilhaft ist hierbei auch die in Fig. 2A, 2C und 2D gezeigte reihenartige Anordnung der Ausnehmungen 41 übereinander, wobei die einzelnen Reihen reißverschlußartig ineinander

greifen. Dabei sind die Ausnehmungen 41 benachbarter Reihen gegenseitig versetzt angeordnet. Vorzugsweise sind die Ausnehmungen 41 zweier Reihen in der Weise versetzt, daß die kreisförmigen Endbereiche auf einer Linie liegen und Schlitz-  
5 der Ausnehmungen nur jeder zweiten Reihe sich gegenüber liegen. Diese Anordnung gewährleistet eine optimale Elastizität der Rohrfeder bei gleichzeitiger ausreichender Festigkeit, um die Vorspannung auf dem piezoelektrischen Aktor aufbringen zu können. Die Elastizität wird insbesondere auch durch die knochenförmige Form der Ausnehmungen 41 unterstützt, bei der  
10 zwei kreisförmige Aussparungen über einen Schlitz miteinander verbunden sind. Bevorzugte Größenbereiche liegen bei den kreisförmigen Aussparungen bei Durchmessern von 0,8 - 1,6 mm und bei den Abständen zwischen den Mittelpunkten der Aussparungen im Bereich von 1,5 - 3,5 mm. Diese Form läßt sich wei-  
15 terhin sehr einfach und genau durch z.B. Stanzen in einem Federstahlblech ausbilden. Aus fertigungstechnischen Gründen ist es weiterhin vorteilhaft, wenn der minimale Abstand zwischen benachbarten Ausnehmungen 41 ein- bis dreimal die Wandstärke der Rohrfeder ist.  
20

Die Rohrfeder wird vorzugsweise aus einem Federstahlband mit einer Dicke von 0,5 mm gefertigt. In einem ersten Schritt werden dabei in das Federstahlband die Ausnehmungen eingestanz-  
25 t. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, die Ausnehmungen durch Drahterodieren, Fräsen, Bohren oder mit elektrochemischen Verfahren auszubilden. Vorzugsweise wird weiterhin der Randbereich der Ausnehmungen geringfügig plastisch verformt, so daß sich eine Verfestigung des Federstahlbandes  
30 durch die eingebrachte Druck-Eigenspannung einstellt. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß der Stanzstempel, mit dem die Ausnehmungen eingestanz werden, nach Ausführung des Stanzvorgangs auf einen größeren Querschnitt verbreitert wird, so daß sich eine Verdickung des Randbereiches der Ausnehmungen einstellt. Hierbei kann weiterhin ein  
35

leichtes Verbiegen des Stanzgrates der Ausnehmungen aus der Bandebene heraus auftreten. Eine Verfestigung der Randbereiche der Ausnehmungen kann z.B. auch durch Kugelstrahlen dieser Randbereiche erreicht werden.

5

Nach dem Ausbilden der Ausnehmungen 41 wird das Federstahlband auf das für die Rohrfeder gewünschte Maß zugeschnitten, wobei die Ausnehmungen vorzugsweise, wie in Fig. 2D gezeigt, so ausgelegt werden, daß sie an den Stoßkanten mittig durchgeschnitten sind. Dann wird der Zuschnitt gerollt, wobei die Schnitt- bzw. Stanzkanten nach außen orientiert sind. Anschließend werden die Kanten entgratet und die Rohrform mit einer vorzugsweise durch einen Laser erzeugten Längsschweißnaht fixiert. Um die Festigkeit der Rohrfeder weiter zu steigern, kann dann noch eine Wärmebehandlung durchgeführt werden. Alternativ zu den in Fig. 2 gezeigten geradlinigen Stoßkanten der Rohrfeder können jedoch beliebige Stoßkantenformen, z.B. in Form einer Sinuswelle oder einer Zickzacklinie ausgebildet sein, wobei zum Fixieren der Rohrfeder dann eine entsprechend geformte Schweißnaht hergestellt wird.

Statt einer Fixierung der Rohrform durch Schweißen kann eine Fixierung auch durch die oberen und unteren Abdeckplatten 5, 6 erfolgen, so daß die Stoßkanten nur aneinander anliegen. Hierdurch ergibt sich eine vorteilhafte Verteilung der Druck- und Federkräfte im Hohlkörper.

Die Ausbildung der Aktoreinheit mit einem äußeren Hohlkörper, der vorzugsweise als Rohrfeder ausgebildet ist und in dem der piezoelektrische Aktor mittels form- und/oder kraftschlüssig mit dem Hohlkörper verbundenen oberen und unteren Abdeckungen vorgespannt ist, ermöglicht aufgrund seines kompakten Aufbaus einen einfachen Transport und einen leichten Ein- und Ausbau z.B. in eine Brennkraftmaschine zur Steuerung von Einspritzventilen. Die Ausbildung von quer zur Hohlkörperachse verlau-



fenden knochenförmigen Ausnehmungen ermöglicht dabei eine optimale Einstellung der Elastizität des Hohlkörpers an die gewünschte Längsbewegung des piezoelektrischen Aktors und eine gleichzeitig vereinfachte Fertigung des Hohlkörpers.

5

Figur 3 zeigt schematisch eine Anordnung zum Einbringen einer Ausnehmung 73 in ein Federstahlband 71 durch einen Stanzvorgang. Es ist ein Stanzwerkzeug in Form eines Stempels 70 vorgesehen, der in das Federstahlband, das als Platte 71 ausgebildet ist und auf einer Auflage 72 aufliegt, eine Ausnehmung 10 73 stanzt. Dabei wird ein Teil des Federstahlbandes durch eine Öffnung 74 der Auflage 72 herausgedrückt.

Die gestanzte Ausnehmung 73 weist aufgrund des Stanzvorgangs 15 auf der Unterseite U, der der Auflage 72 zugewandt ist, eine größere Fläche D1 auf als auf der Oberseite O, in die das Stanzwerkzeug 70 zuerst eindringt. Zusätzlich wird durch das Stanzen ein Grat 74 auf der Unterseite U erzeugt, der die Ausnehmung 73 umgibt.

20

Die unterschiedlichen Größen der Flächen D1, D2 der Ausnehmung 73 auf der Ober- und Unterseite O, U und/oder der Grat 74 führen zu einer unterschiedlichen Steifigkeit, Härte und unterschiedlichen Federeigenschaft auf der Oberseite O im Vergleich zur Unterseite U des Federstahlbandes 71. Dies ist 25 nachteilig für eine gleichmäßige Druckverteilung und beeinträchtigt die Langzeitstabilität der Rohrfeder.

Um diese Inhomogenitäten zu reduzieren ist es vorteilhaft, 30 bei der Herstellung einer Rohrfeder entsprechend Figur 2a und 2b das Federstahlband in der Weise zu verbinden, daß die Oberseite O auf der Außenseite der Rohrfeder und die Unterseite U auf der Innenseite der Rohrfeder angeordnet ist.

Durch die beschriebene Art der Herstellung werden die nach dem Stanzen unterschiedlichen Flächen D1,D2 der Ausnehmung 73 aneinander angepaßt, da die kleinere Fläche D2 durch die Biegung auf der Außenseite aufgeweitet und damit vergrößert und 5 die größere Fläche D1 gestaucht und damit verkleinert wird. Dadurch werden die durch den Stanzvorgang in das Federstahlband eingebrachten Inhomogenitäten reduziert.

## Patentansprüche

1. Aktoreinheit mit einem in einem Hohlkörper (4) angeordneten piezoelektrischen Aktor (1), wobei der Hohlkörper elastisch ausgebildet ist und den Aktor vorspannt,  
5 **dadurch gekennzeichnet**, daß  
der Hohlkörper (4) mit dem oberen und unteren Ende des Aktors kraft- und/oder formschlüssig verbunden ist, wobei der Hohlkörper mit Ausnehmungen (41) versehen ist, die knochen-  
10 förmig ausgebildet sind und quer zur Hohlkörperachse verlaufen.
2. Aktoreinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Aktor (1) in seine Ausdehnungsrichtung zwischen eine obere und eine untere Abdeckplatte (5, 6)  
15 eingespannt ist, die mit dem Hohlkörper (4) jeweils kraft- und/oder formschlüssig verbunden sind.
3. Hohlkörper zum Vorspannen eines piezoelektrischen Aktors, wobei der Hohlkörper elastisch ausgebildet ist,  
20 **dadurch gekennzeichnet**, daß  
der Hohlkörper (4) mit Ausnehmungen (41) versehen ist, die knochenförmig ausgebildet sind und quer zur Hohlkörperachse verlaufen.  
25
4. Aktoreinheit nach Anspruch 1 oder 2 oder Hohlkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (41) in Reihen übereinander angeordnet sind, wobei die Ausnehmungen der Reihen gegeneinander seitlich versetzt angeordnet  
30 sind.
5. Aktoreinheit nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder Hohlkörper nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der minimale Abstand zwischen benachbarten Ausnehmungen

(41) zweier Reihen ein- bis dreimal die Wandstärke des Hohlkörpers (4) ist.

6. Aktoreinheit gemäß einem der Ansprüche 1, 2, 4 oder 5  
5 oder Hohlkörper nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (41) gleichmäßig über den Umfang des Hohlkörpers (4) verteilt sind.

7. Aktoreinheit nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 bis 6 oder  
10 Hohlkörper nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der Hohlkörper (4) aus Federstahl gefertigt ist und die Ausnehmungen (41) eingestanzte sind.

8. Aktoreinheit nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 bis 7 oder  
15 Hohlkörper nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (4) mindestens eine Schweißnaht aufweist, die zwei Stoßkanten des Hohlkörpers miteinander verbindet.

20 9. Aktoreinheit nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 bis 8 oder Hohlkörper nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (4) zwei Stoßkanten aufweist, die einander zugeordnet sind und sich über die gesamte Länge des Hohlkörpers erstrecken.

25

10. Aktoreinheit nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 bis 9 oder Hohlkörper gemäß einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Randbereiche der Ausnehmungen (41) wenigstens teilweise verdichtet sind.

30

11. Elastischer Hohlkörper zum Vorspannen eines Aktors (1), wobei der Hohlkörper aus einer Platte (71) gefertigt ist, in die mittels Stanzen Ausnehmungen (73) eingebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß

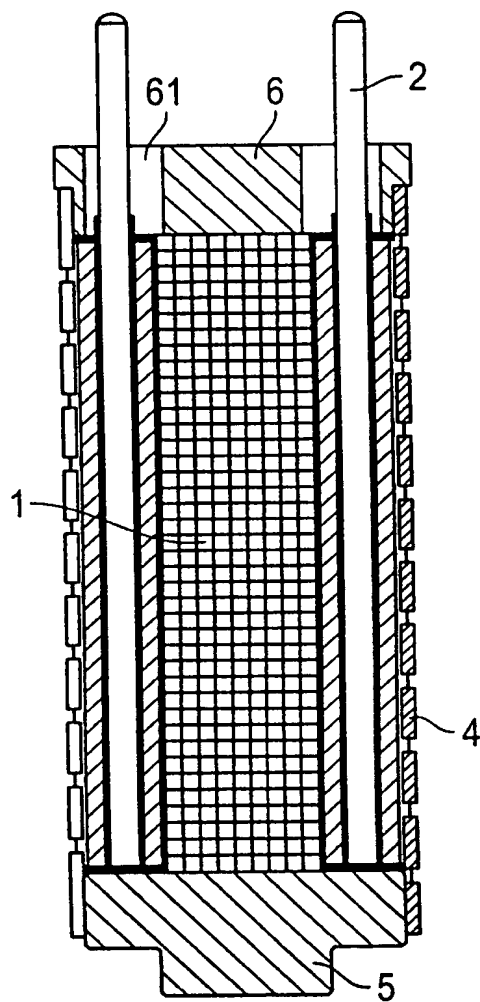
auf der Außenseite des Hohlkörpers die Seite (A) der Platte angeordnet ist, in die beim Stanzvorgang ein Stanzwerkzeug (70) eingedrungen ist.

5 12. Verfahren zum Herstellen eines elastischen Hohlkörpers zum Vorspannen eines Aktors (1) mit folgenden Verfahrensschritten:

- in eine Platte (71) wird mit einem Stanzwerkzeug (70) eine Ausnehmung (73) eingebracht,
- 10 - das Stanzwerkzeug (70) dringt auf der Oberseite (A) der Platte (71) in die Platte (71) ein und stanzt einen Teil der Platte auf der Unterseite (B) heraus,
- wobei die Platte (71) auf einem Lager (72) aufliegt,
- anschließend wird die Platte (71) zu einer Hülse geformt
- 15 und an aneinander anliegende Kanten verbunden,
- dadurch gekennzeichnet,
- daß beim Formen der Hülse die Oberseite (A) auf der Außenseite und die Unterseite (B) der Platte (71) auf der Innenseite der Hülse angeordnet wird.

1/4

FIG 1



2/4

FIG 2A

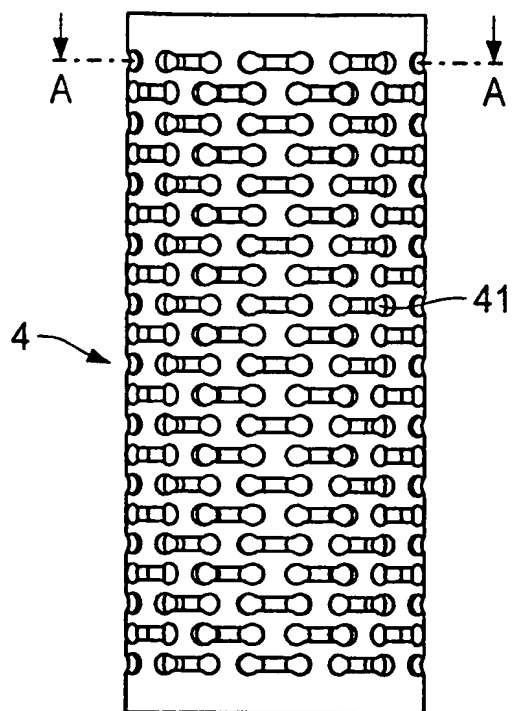
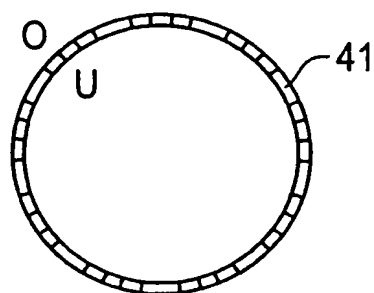


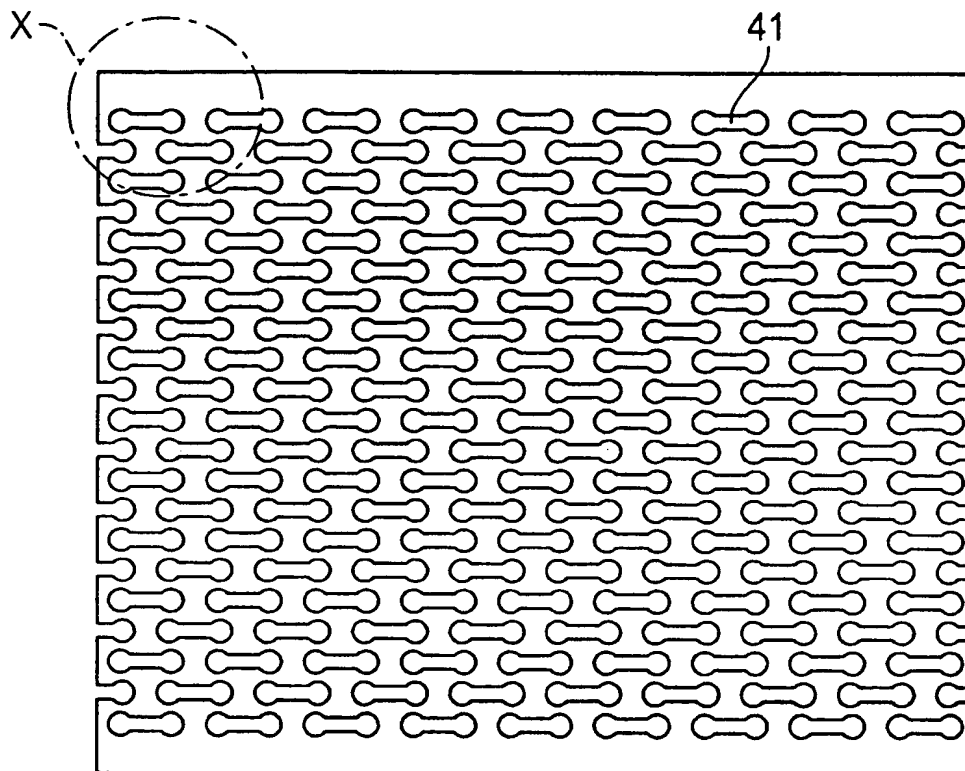
FIG 2B



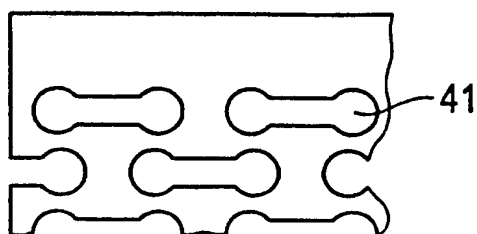
Schnitt A-A

3/4

**FIG 2C**



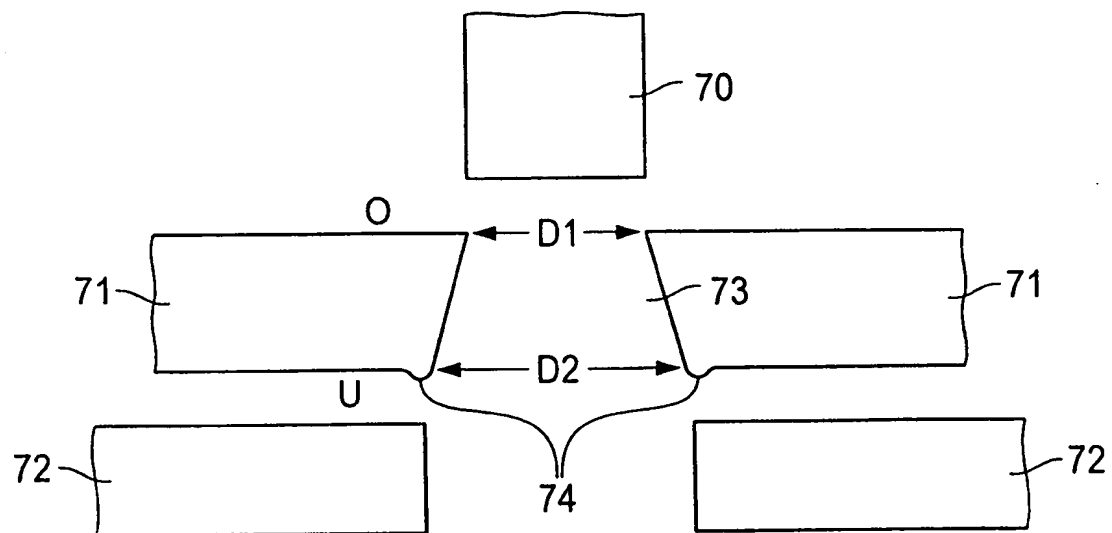
**FIG 2D**



Detail X



FIG 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/02450

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F16F1/02 H01L41/053 B21D31/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16F H01L F02M B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 38 44 134 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 13 July 1989 (1989-07-13) cited in the application column 3, line 20 - line 26; figure 3 ---	1,3,11, 12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 200 (E-619), 9 June 1988 (1988-06-09) & JP 63 001383 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO), 6 January 1988 (1988-01-06) abstract ---	1,3,11, 12
A	GB 2 106 001 A (BION AND COMPANY LIMITED ROBER) 7 April 1983 (1983-04-07) abstract -----	11,12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 1999

Date of mailing of the international search report

22/12/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/02450

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3844134 A	13-07-1989	JP 1178762 A	14-07-1989
		JP 2062454 C	24-06-1996
		JP 7094812 B	11-10-1995
		GB 2213205 A,B	09-08-1989
		US 4943004 A	24-07-1990
JP 63001383 A	06-01-1988	NONE	
GB 2106001 A	07-04-1983	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02450

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F16F1/02 H01L41/053 B21D31/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16F H01L F02M B21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 38 44 134 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 13. Juli 1989 (1989-07-13) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 26; Abbildung 3	1,3,11, 12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 200 (E-619), 9. Juni 1988 (1988-06-09) & JP 63 001383 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO), 6. Januar 1988 (1988-01-06) Zusammenfassung	1,3,11, 12
A	GB 2 106 001 A (BION AND COMPANY LIMITED ROBER) 7. April 1983 (1983-04-07) Zusammenfassung	11,12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

1. Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Dezember 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/12/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Torle, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02450

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3844134 A	13-07-1989	JP 1178762 A	14-07-1989
		JP 2062454 C	24-06-1996
		JP 7094812 B	11-10-1995
		GB 2213205 A,B	09-08-1989
		US 4943004 A	24-07-1990
JP 63001383 A	06-01-1988	KEINE	
GB 2106001 A	07-04-1983	KEINE	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**